

AP20 Rec'd PCT/PTO 12 JUN 2006

## Beschreibung

## Steuereinheit und Steuervorrichtung mit der Steuereinheit

- 5 Die Erfindung betrifft eine Steuereinheit und eine Steuervorrichtung mit der Steuereinheit. Eine derartige Steuereinheit oder eine derartige Steuervorrichtung sind dazu ausgebildet, dass sie einen Sensorwiderstand ansteuern. Sie werden insbesondere eingesetzt zum Erfassen eines Ölstandes einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs.

- Falls ein Kraftfahrzeug, in dem eine Brennkraftmaschine angeordnet ist, nicht mit einem Ölstandssensor ausgestattet ist, so muss der Halter des Fahrzeugs in regelmäßigen Abständen überprüfen, ob sein Kraftfahrzeug mit einer ausreichenden Menge Motoröl befüllt ist. Durch einen Ölstandssensor kann sichergestellt werden, dass der Fahrer nicht in regelmäßigen Abständen mittels eines Ölmesstables den Ölstand in dem Kraftfahrzeug überprüfen muss, was zum einen einen Gewinn an Komfort darstellt und zum anderen sicherstellt, dass der Halter des Kraftfahrzeugs, bei zu niedrigen oder zu hohen Ölstand diesbezüglich informiert wird und er dann entsprechend Motoröl auffüllen oder ablassen kann. Die Hersteller der Kraftfahrzeuge können sich durch entsprechendes Protokollieren der Messwerte des Ölstandssensors gegen unberechtigte Gewährleistungsansprüche schützen, die auf zu niedrigen Ölstand zurückzuführen sind.

- Das Sensorelement des Ölstandssensors kann ein Draht sein, der in einer Ölwanne der Brennkraftmaschine zwischen zwei Haltern so angeordnet ist, dass anhand des Anteils der gesamten Länge des Drahtes, der sich in dem Öl befindet, auf den Ölstand zurückgeschlossen werden kann. Der Ölstand wird dann mittels eines elektrothermischen Messprinzips ermittelt.

Je nach Ölstand ist ein mehr oder weniger großer Teil des Drahtes von Motoröl umflossen, wobei sich der Rest des Drahtes

tes in gasförmigem Medium, bevorzugt Luft, befindet. Wird der Draht bestromt, so wird die elektrische Leistung in dem Draht in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird an das Medium abgegeben, das den Draht umspült. Bei dem elektrothermischen Messprinzip wird die Tatsache genutzt, dass sich die Wärmeleitwerte des Motoröls und der Luft sehr stark voneinander unterscheiden und der elektrische Widerstand des Drahtes temperaturabhängig ist. Der thermische Übergangswiderstand von Draht zu Öl ist wesentlich geringer als der von Draht zu Luft. Dies hat zur Folge, dass der Teil des Drahtes, der von dem Motoröl umströmt wird, wesentlich besser gekühlt wird und somit besser Wärme abgibt, als der Teil, der sich in der Luft befindet.

Bezüglich des elektrothermischen Messprinzips ist es bekannt, den Draht für eine vorgegebene Zeitdauer mit einem vorgegebenen Strom zu bestromen, wodurch er sich und seine Umgebung aufheizt. Dies hat zur Folge, dass sich der Wert des Widerstands des Drahtes über die vorgegebene Zeitdauer abhängig von dem aktuellen Ölstand ändert. Abhängig von den Spannungen, die an dem Messdraht zu Beginn der Bestromung und zum Ende der vorgegebenen Zeitdauer abfallen, ist es bekannt, den Ölstand aus einem Kennfeld zu ermitteln. Die Verlustleistung, die in dem Draht während der vorgegebenen Zeitdauer der Bestromung umgesetzt wird, hängt sehr stark ab von der Temperatur des Drahtes zum Zeitpunkt des Beginns der Bestromung und mithin von der Umgebungstemperatur. Dies hat zur Folge, dass die Empfindlichkeit stark abhängt von der Umgebungstemperatur.

Aus der WO 91/08441 ist eine Einrichtung zur Verbesserung der Genauigkeit eines Messwiderstands für einen als Temperatursensor verwendeten NTC-Widerstand bekannt. Sie umfasst eine Schaltungsanordnung mit einem Widerstandsnetzwerk. Eine Recheneinrichtung beeinflusst das Widerstandsnetzwerk so, dass eine Verschiebung des Messbereichs für den NTC-Widerstand erhalten wird. Dazu wird der Gesamtwiderstand verändert.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuereinheit und eine Steuervorrichtung mit der Steuereinheit zu schaffen, die einfach sind und mittels der eine Verlustleistung in einem Sensorwiderstand präzise einstellbar ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

10

Die Erfindung zeichnet sich bezüglich der Steuereinheit aus durch eine Steuereinheit mit einer Spannungsquelle und einem Referenzwiderstand, der bestimmungsgemäß in Serie mit einem Sensorwiderstand verschaltbar ist, dessen Wert abhängt von seiner Temperatur. Die Steuereinheit ist so ausgebildet, dass in dem verschalteten Zustand die Ausgangsspannung der Spannungsquelle an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand abfällt. Der Referenzwiderstand ist so dimensioniert, dass in dem bestimmungsgemäßen Wertebereich des Sensorwiderstands das Maximum der Verlustleistung des Sensorwiderstands liegt.

15

20

Gemäß des Aspekts der Steuervorrichtung zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Steuervorrichtung mit der Steuereinheit und einer Auswerteeinheit, die zum Erzeugen eines Steuersignals ausgebildet ist.

25

Sowohl die erfindungsgemäße Steuereinheit als auch die erfindungsgemäße Steuervorrichtung haben den Vorteil, dass während des Beaufschlagens des Sensorwiderstands mit einer Spannung durch die Spannungsquelle die Verlustleistung, die in dem Sensorwiderstand umgesetzt wird, annähernd gleich bleibt innerhalb des bestimmungsgemäßen Wertebereichs des Sensorwiderstands. Dies hat zur Folge, dass bei Anwendung des elektrothermischen Messprinzips die Empfindlichkeit annähernd unabhängig ist von der Temperatur des Sensorwiderstands zum Beginn des Beaufschlagens des Sensorwiderstands mit Spannung.

30

35

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist die Spannungsquelle ausgebildet zum Verstärken der Eingangsspannung. Dies hat den Vorteil, dass die Ausgangsspannung der Spannungsquelle größer sein kann als ihre maximale Eingangsspannung. Es ist so einfach möglich die Verlustleistung, die in dem Sensorwiderstand umgesetzt wird, auf einen hohen Wert

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung zeichnet sich bezüglich der Steuereinheit aus durch eine Steuereinheit mit einer Spannungsquelle und einem Referenzwiderstand, der in Serie mit einem Sensorwiderstand verschaltbar ist, dessen Wert abhängt von seiner Temperatur. Die Steuereinheit ist so ausgebildet, dass in dem verschalteten Zustand die Ausgangsspannung der Spannungsquelle an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand abfällt. Der Referenzwiderstand ist so dimensioniert, dass in dem bestimmungsgemäßen Wertebereich des Sensorwiderstands das Maximum der Verlustleistung des Sensorwiderstands liegt.

Gemäß des Aspekts der Steuervorrichtung zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Steuervorrichtung mit der Steuereinheit und einer Auswerteeinheit, die zum Erzeugen eines Steuersignals ausgebildet ist.

Sowohl die erfindungsgemäße Steuereinheit als auch die erfindungsgemäße Steuervorrichtung haben den Vorteil, dass während des Beaufschlagens des Sensorwiderstands mit einer Spannung durch die Spannungsquelle die Verlustleistung, die in dem Sensorwiderstand umgesetzt wird, annähernd gleich bleibt innerhalb des bestimmungsgemäßen Wertebereichs des Sensorwiderstands. Dies hat zur Folge, dass bei Anwendung des elektrothermischen Messprinzips die Empfindlichkeit annähernd unabhängig ist von der Temperatur des Sensorwiderstands zum Beginn des Beaufschlagens des Sensorwiderstands mit Spannung.



In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist die Spannungsquelle ausgebildet zum Verstärken der Eingangsspannung. Dies hat den Vorteil, dass die Ausgangsspannung der Spannungsquelle größer sein kann als ihre maximale Eingangsspannung. Es ist so einfach möglich die Verlustleistung, die in dem Sensorwiderstand umgesetzt wird, auf einen hohen Wert einzustellen und so eine starke Wärmeabgabe des Sensorwiderstands an seine Umgebung zu ermöglichen. Somit kann eine Änderung des Sensorwiderstands erhöht werden und so die Empfindlichkeit der Messung gesteigert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit hat die Spannungsquelle einen Begrenzer für die Ausgangsspannung. So kann einfach sichergestellt werden, dass der Sensorwiderstand bei einer fehlerhaften Ansteuerung der Spannungsquelle nicht beschädigt wird. Besonders einfach kann der Begrenzer als Zener-Diode ausgebildet sein.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit umfasst die Spannungsquelle drei Transistoren in Emitterschaltung. Der erste Transistor ist so verschaltet, dass sein Basisstrom abhängt von einem Steuersignal, mit dem die Steuereinheit beaufschlagbar ist. Der zweite Transistor ist mit seiner Basis mit dem Kollektor des ersten Transistors verschaltet und der dritte Transistor ist mit seiner Basis mit dem Kollektor des zweiten Transistors verschaltet. Dies hat den Vorteil, dass die Spannungsquelle eigensicher ist, das heißt, bei einer fehlenden Ansteuerung der Spannungsquelle ist auch die Ausgangsspannung der Spannungsquelle null.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist zwischen dem ersten und zweiten Transistor der Spannungsquelle ein Tiefpass-Filter angeordnet. Auf diese Weise wird einfach ein hoher Gleichanteil bei der Ausgangsspannung der Spannungsquelle erreicht, auch wenn die Eingangsspannung der Spannungsquelle einen hohen Wechselanteil hat.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist das Tiefpass-Filter gebildet durch einen Kondensator, der mit den Kollektoren des ersten und zweiten Transistors verschaltet ist, durch einen Widerstand, der einerseits mit dem Kollektor des ersten Transistors verschaltet ist und andererseits mit einer Spannungsversorgung der Spannungsquelle verschaltet ist, und durch einen weiteren Widerstand, der einerseits mit dem Kollektor des zweiten Transistors verschaltet ist und andererseits mit der Spannungsversorgung der Spannungsquelle verschaltet ist. Ein derartiges Tiefpass-Filter zeichnet sich dadurch aus, dass es einfach ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist der Referenzwiderstand einerseits mit dem Ausgang der Spannungsquelle verschaltet und andererseits mit dem Sensorwiderstand verschaltbar. Dies hat den Vorteil, dass eine Kurzschlussfestigkeit der Spannungsquelle bei einem Kurzschluss des Sensorwiderstands zu dem Bezugspotential gegeben ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Steuereinheit so ausgebildet, dass sie an einem ersten Ausgang einen Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand charakterisierende Größe ausgibt, und dass sie an einem zweiten Ausgang eine das Potential zwischen dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand charakterisierende Größe ausgibt. Diese Ausgestaltung ermöglicht ein sehr präzises Ermitteln des Wertes des Sensorwiderstandes, da Fehler beim Einstellen der Spannung, die an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand abfällt, eliminiert werden und im Falle einer Analog-Digital-Wandlung der charakterisierenden Größen in der Auswerteeinheit Fehler aufgrund von Schwankungen der Versorgungsspannung des oder der Analog-Digital-Wandler, die gleichzeitig die Referenzspannung des oder der Analog-Digital-Wandler ist, eliminiert werden.

- In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist ein Spannungsteiler vorgesehen, der eingangsseitig mit dem Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand beaufschlagt wird und der ausgangsseitig mit dem ersten Ausgang verbunden ist. An dem ersten Ausgang wird so eine reduzierte Spannung ausgegeben, entsprechend dem Teilungsverhältnis des Spannungsteilers. Durch geeignete Dimensionieren des Spannungsteilers kann so zum einen der Wandlerbereich eines Analog-Digital-Wandlers möglichst vollständig ausgenutzt werden, andererseits kann so sichergestellt werden, dass die an dem ersten Ausgang anliegende Spannung nicht größer ist als die Versorgungsspannung des Analog-Digital-Wandlers.
- 15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinheit ist ein Schalter vorgesehen, mittels dessen gesteuert wird, ob der Spannungsteiler eingangsseitig mit dem Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand beaufschlagt wird oder mit einer Versorgungsspannung der Auswerteeinheit. Falls die Steuervorrichtung dann mit einer derartigen Steuereinheit ausgestattet ist, kann das tatsächliche Spannungsteilerverhältnis dadurch präzise ermittelt werden, dass der Schalter in die Schaltstellung gesteuert wird, bei der eingangsseitig des Spannungsteilers die Versorgungsspannung der Auswerteeinheit anliegt. Dadurch können einfach Fertigungs-, Temperatur- und Altersschwankungen in den Werten der Widerstände des Spannungsteilers kompensiert werden.
- 30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Steuereinrichtung hat die Auswerteeinrichtung einen Regler, dessen Regelgröße der Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand und dem Referenzwiderstand ist dessen Stellsignal das Steuersignal ist. Dadurch kann die Ausgangsspannung der Spannungsquelle noch genauer eingestellt werden. Falls die Auswerteeinheit ein Microcontroller ist, kann das Steuersignal sehr einfach pulsweitenmoduliert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- 5    Figur 1 eine Steuervorrichtung mit einer Steuereinheit,  
    Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum ermitteln ei-  
        nes Ölstandes,  
    Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines Programms, das einen Regler  
        realisiert,  
10    Figur 4 eine weitere Ausführungsform der Steuervorrichtung  
        und  
    Figur 5 den Verlauf verschiedener Größen aufgetragen über  
        Werte des Sensorwiderstands  $R_{sens}$ .

15    Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenüber-  
        greifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

    Eine Steuervorrichtung (Figur 1) umfasst eine Steuereinheit 1  
20    und eine Auswerteeinheit 3. Ferner ist ihr eine erste Span-  
        nungsversorgung 4 zugeordnet, die bei einem Einsatz der Steu-  
        ervorrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahr-  
        zeugs vorzugsweise die Bordnetzspannungsversorgung ist, die  
        von der Fahrzeugbatterie und einem Generator gespeist wird.  
25    Die Steuervorrichtung umfasst ferner eine zweite Spannungs-  
        versorgung 5, welche die Bordnetzspannung  $V_{bat}$  auf eine Ver-  
        sorgungsspannung  $V_{CC}$  der Auswerteeinheit 3 transformiert und  
        vorzugsweise einregelt. Die Bordnetzspannung  $V_{bat}$  beträgt re-  
        gelmäßig 12 V, während die Versorgungsspannung  $V_{CC}$  der Aus-  
30    werteeinheit 3 regelmäßig 5 V beträgt. Bevorzugt ist die Aus-  
        werteeinheit 3 als Microcontroller ausgebildet.

    Die Steuereinheit 1 kann separat von der Auswerteeinheit 3  
    und der zweiten Spannungsversorgung 5 ausgebildet sein. Sie  
35    kann zum Beispiel auf einem Chip als integrierter Schaltkreis  
        ausgebildet sein. Die Steuervorrichtung ist bevorzugt Be-  
        standteil eines Motorsteuergeräts, dem verschiedene weitere



Messgrößen, wie zum Beispiel eine Luftmasse, die durch den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine strömt, die Stellung eines Fahrpedals oder auch das aktuelle Luft/Kraftstoff-Verhältnis sind. Abhängig von diesen Messgrößen ermittelt die Motorsteuerung dann Stellsignale für die Stellglieder der Brennkraftmaschine, die zum Beispiel eine Drosselklappe oder ein Einspritzventil sind.

Die Steuereinheit 1 hat einen Steuereingang 11, der mittels eines Steuersignals CTRL beaufschlagbar ist, das in der Auswerteeinheit 3 erzeugt wird, und der mit dem Eingang eines ersten Tiefpass-Filters 14 verbunden ist.

Ferner hat die Steuereinheit einen ersten und einen zweiten Ausgang 12,13, die mit einem Analog-Digital-Wandler 31 der Auswerteeinheit verbunden sind.

In einer einfachen Ausführungsform sind die ersten und zweiten Ausgänge 12, 13 der Steuereinheit 1 über einen Multiplexer mit einem einzigen Analog-Digital-Wandler 31 verbunden. Bevorzugt sind die Ausgänge jedoch jeweils mit einem eigenen Analog-Digital-Wandler 31 verbunden. Dies hat den Vorteil, dass die an den Anschlüssen 12 und 13 anliegenden Spannungen zeitgleich analog-digital gewandelt werden können. Der oder die Analog-Digital-Wandler 31 haben einen Wandlungsbereich, der der Versorgungsspannung VCC der Auswerteeinheit 3 entspricht.

Der erste Tiefpass 14 umfasst Widerstände R4a, R4b und einen Kondensator C4. Der erste Tiefpass 14 ist ausgangsseitig mit der Basis eines ersten Transistors Q1 einer Spannungsquelle 15 verschaltet. Ferner ist ein Widerstand R3 vorgesehen, welcher einerseits ausgangsseitig mit dem Tiefpass und mit der Basis des ersten Transistors Q1 verschaltet ist und der andererseits mit einem Bezugspotential GND verbunden ist. Der Widerstand R3 bewirkt, dass der erste Transistor Q1 bei einem fehlenden Steuersignal CTRL ausgeschaltet bleibt.

Die Spannungsquelle 15 umfasst den ersten Transistor Q1, einen zweiten Transistor Q2, einen dritten Transistor Q3, einen zweiten Tiefpass-Filter 16 und eine Zener-Diode D2. Der erste Transistor Q1 ist mit seinem Emitter mit dem Bezugspotential GND verbunden. Mit seinem Kollektor ist der erste Transistor Q1 einerseits mit der Basis eines zweiten Transistors Q2 verbunden und andererseits mit einem zweiten Tiefpass verbunden, über den er mit der ersten Spannungsversorgung 4 und somit mit der Bordnetzspannung Vbat verbunden ist.

Der zweite Transistor Q2 ist mit seinem Emitter mit dem Bezugspotential GND verbunden und mit seinem Kollektor einerseits mit der Basis eines dritten Transistors Q3 verbunden und andererseits mit dem zweiten Tiefpass 16 verbunden und über diesen mit der ersten Spannungsversorgung 4 mithin der Bordnetzspannung Vbat verbunden.

Die Zener-Diode D2 ist mit ihrer Anode mit dem Bezugspotential GND verbunden und mit ihrer Kathode mit der Basis des dritten Transistors Q3 verbunden. Der dritte Transistor Q3 ist mit seinem Kollektor mit der Kathode einer Schutzdiode D1 verbunden, dessen Anode mit der ersten Spannungsversorgung 4 und mithin der Bordnetzspannung Vbat verbunden ist. Der Emitter des dritten Transistors Q3 bildet einen Ausgang 17 der Spannungsquelle 15.

Der Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 ist einerseits mit einem ersten Anschluss für einen Sensorwiderstand Rsens verbunden und andererseits mit einem Spannungsteiler eingangsseitig verbunden. Der Spannungsteiler umfasst einen Widerstand 7a und 7b. Parallel zu dem Widerstand 7b ist ein Kondensator C1 geschaltet. Der erste Ausgang 12 ist mit der Verbindungsleitung zwischen dem Widerstand R7a und dem Widerstand R7b verschaltet. Der Kondensator C1 bewirkt eine Spannungsstabilisierung an dem ersten Ausgang 12. Ein zweiter Anschluss 19 für den Sensorwiderstand Rsens ist mit einem Referenzwider-

stand  $R_{ref}$  verbunden, der andererseits mit dem Bezugspotential GND verschaltet ist. Der Referenzwiderstand  $R_{ref}$  ist bevorzugt ein sogenannter Shuntwiderstand. Derartige Shuntwiderstände haben relativ niedrige ohmsche Werte von  $1\text{ m}\Omega$  bis zu etwa  $100\Omega$  und eine hohe Stromtragfähigkeit von  $1\text{ mA}$  bis zu  $100\text{ A}$ .

Der zweite Anschluss 19 ist ferner mit einem Widerstand  $R_8$  verschaltet, der mit dem zweiten Ausgang 13 der Steuereinheit 1 und mit einem Kondensator  $C_2$  verschaltet ist, der andererseits mit dem Bezugspotential GND verschaltet ist. Der Widerstand  $R_8$  ist hochohmig ausgebildet und hat vorzugsweise einen Wert von 3 bis  $8\text{ k}\Omega$ . Der Kondensator  $C_2$  dient zur Spannungsstabilisierung an dem zweiten Ausgang 13.

Der Sensorwiderstand  $R_{sens}$  ist bevorzugt ein Widerstandsdraht, der senkrecht in einer Ölwanne der Brennkraftmaschine angeordnet ist, das heißt der Widerstandsdraht ist so in der Ölwanne angeordnet, dass der Anteil des Widerstandsdrahtes, der von dem Öl umspült wird, ein Maß ist für den Ölstand der Brennkraftmaschine. Während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Steuervorrichtung ist der Sensorwiderstand  $R_{sens}$  an den ersten und zweiten Anschlüssen 18, 19 angeschlossen.

Liegt an der Basis des ersten Transistors  $Q_1$  ein hohes Potential an, beispielsweise die Versorgungsspannung  $V_{CC}$  der Auswerteeinheit 3 vermindert um einen entsprechenden Spannungsabfall an den Widerständen  $R_{4a}$  und  $R_{4b}$ , so ist der erste Transistor  $Q_3$  in Sättigung, das heißt an seinem Kollektor liegt nahezu das Bezugspotential GND an. In diesem Fall fällt nahezu die gesamte Bordnetzspannung  $V_{bat}$  an dem Widerstand  $R_2$  ab. Dementsprechend ist der zweite Transistor  $Q_2$  gesperrt. Im stationären Fall liegt dann an dem Kollektor des zweiten Transistors die Bordnetzspannung  $V_{bat}$  an oder, wenn die Bordnetzspannung  $V_{bat}$  größer ist als die Durchbruchsspannung der Zener-Diode  $D_2$ , so liegt an dem Kollektor des zweiten Transistors  $Q_2$  die Durchbruchsspannung der Zener-Diode  $D_2$  an. Da-

- mit liegt dann auch an der Basis des dritten Transistors Q3 die Bordnetzspannung Vbat beziehungsweise die Durchbruchspannung der Zener-Diode D2 an. An dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 liegt in diesem Fall die Bordnetzspannung Vbat verringert um die Basis-Emitter-Spannung des dritten Transistors Q3 beziehungsweise die Durchbruchspannung der Zener-Diode D2 ebenfalls verringert um die Basis-Emitter-Spannung des dritten Transistors Q3 an.
- 10 Durch die Zener-Diode D2 wird sichergestellt, dass die Ausgangsspannung der Spannungsquelle 15 nicht die Durchbruchspannung der Zener-Diode D2 vermindert um die Basis-Emitter-Spannung des dritten Transistors überschreitet. Somit kann durch entsprechendes Festlegen der Durchbruchspannung der
- 15 Zener-Diode D2 die maximal an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 anliegende Ausgangsspannung eingestellt werden. Dadurch kann einfach sichergestellt werden, dass nachgeschaltete Schaltungselemente in einem Fehlerfall nicht beschädigt werden.
- 20 Die Diode D1 schützt die Spannungsquelle 15 vor einer Verpolarung der ersten Spannungsversorgung 4.
- 25 Hat das Steuersignal CTRL hingegen einen niedrigen Pegel, beispielsweise den des Bezugspotentials GND, so sperrt im stationären Betrieb auch der erste Transistor Q1, was zur Folge hat, dass die Basis des zweiten Transistors Q2 annähernd den gesamten durch den Widerstand R2 fließenden Strom erhält und somit der zweite Transistor Q2 leitend und in Sättigung ist. Dies hat dann wiederum zur Folge, dass der dritte
- 30 Transistor Q3 sperrt. In diesem Fall liegt somit an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 als Potential das Bezugspotential GND an.
- 35 Liegt hingegen an der Basis des ersten Transistors Q1 eine Spannung vermittelt über die Widerstände R4a, R4b an, deren Potential zwischen den beiden vorstehend beschriebenen Extre-

ma liegt, so wird der Transistor Q1 im Proportionalbetrieb betrieben und mithin ebenfalls der Transistor Q2 gegenlaufend zu dem Transistor Q1 im Proportionalbetrieb betrieben. Der dritte Transistor Q3 wird im Proportionalbetrieb betrieben.

5 Seine Emitterspannung folgt der Kollektorspannung des zweiten Transistors Q2 abzüglich seiner Basis-Emitterspannung. Die Ausgangsspannung an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 kann in diesem Fall somit kontinuierlich variiert werden und somit eingestellt werden.

10

Durch den zweiten Tiefpass 16 wird die Basisspannung des dritten Transistors Q3 geglättet und somit der Wechselanteil der Ausgangsspannung verringert, die an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 anliegt.

15

Falls ein zusätzlicher, nicht dargestellter Widerstand vorgesehen ist, der einerseits mit der Basis des dritten Transistors Q3 verschaltet ist und der andererseits mit der Kathode der Zener-Diode und dem Kollektor des zweiten Transistors Q2 verschaltet ist, kann durch geeignetes Dimensionieren dieses Widerstands sichergestellt werden, dass der dritte Transistor Q3 im Falle eines Kurzschlusses an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 nicht beschädigt wird. Alternativ kann die Schutzdiode D1 auch zwischen dem Emitter des dritten Transistors Q3 und dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 angeordnet sein.

20

25

Bevorzugt sind die Transistoren Q1 bis Q3 der Spannungsquelle 15 monolithisch integriert. Dadurch ergibt sich dann eine besonders gut angegliche Charakteristik der Transistoren Q1, Q2, Q3 und eine gleichmäßigere Temperaturverteilung der Transistoren Q1 bis Q3.

30

Ein Programm (Figur 2) zum Ermitteln eines Ölstands L\_OIL des Motoröls der Brennkraftmaschine wird in einem Schritt S1 gestartet. Bevorzugt erfolgt der Start zeitnah zu dem Start der Brennkraftmaschine, da sich mit zunehmender Zeitdauer bezogen

35



auf dem Zeitpunkt des Starts das Öl in der Brennkraftmaschine verteilt und dessen Niveau in der Ölwanne absenkt. Eine aussagekräftige Ölstandsmessung ist somit einfach sehr zeitnah zum Motorstart der Brennkraftmaschine möglich.

5

Ferner wird - beginnend in dem Schritt S1 - ein Steuersignal CTRL für eine vorgegebene Zeitdauer, so zum Beispiel 600 ms, erzeugt. Parallel zu dem Erzeugen des Steuersignals CTRL werden die nachfolgenden Schritte des Programms abgearbeitet.

10

Das Steuersignal CTRL wird bevorzugt mittels eines Reglers erzeugt, der weiter unten anhand des Ablaufdiagramms von Figur 3 näher erläutert ist. Das Steuersignal CTRL ist bevorzugt pulsweitenmoduliert. In einer einfachen Ausgestaltung der Steuervorrichtung kann jedoch auch auf den Regler ver-

15

zichtet werden und das Steuersignal CTRL lediglich für die vorgegebene Zeitdauer mit einem Spannungspegel der Versorgungsspannung VCC der Auswerteeinheit 3 ausgegeben werden. In diesem Fall müssen die Widerstände R4a, R4b und R3 dann entsprechend dimensioniert sein, dass dann an der Basis des ers-

20

ten Transistors Q1 die gewünschte Spannung anliegt.

Die Ausgangsspannung, die an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle anliegt beträgt maximal vorzugsweise zwischen 6 und 8 Volt.

25

In einem Schritt S2 werden mittels des oder der Analog-Digital-Wandler 31 Digitalwerte ADC\_A1, ADC\_A2 der an den ersten und zweiten Ausgängen 12, 13 anliegenden Spannungen ermittelt. In Verbindung mit einer geeigneten Dimensionierung der Widerstände R7a und R7b des Spannungsteilers und des Referenzwiderstands Rref kann nahezu der vollständige Wandlerbereich des oder der Analog-Digital-Wandler 31 ausgenutzt werden.

30

35

In einem Schritt S3 wird dann abhängig von dem Wert des Referenzwiderstands Rref, der Widerstände R7a und R7b und den Digitalwerten ADC\_A1, ADC\_A2 der Spannungen an dem ersten und

zweiten Ausgang 12, 13 der zum Zeitpunkt  $t_0$  bestehende Wert des Sensorwiderstands  $R_{\text{sens}}$  ermittelt. Dadurch, dass der Wert des Widerstands  $R_{\text{sens}}$  abhängig von dem Verhältnis der Digitalwerte  $ADC\_A1$  und  $ADC\_A2$  der Spannungen an dem ersten und zweiten Ausgang 12, 13 ermittelt wird, wirken sich Schwankungen der Versorgungsspannung  $VCC$  der Auswerteeinheit 3 nicht auf den Wert des Sensorwiderstands  $R_{\text{sens}}$  aus.

Die Bearbeitung des Programms wird anschließend in einem Schritt S5 fortgesetzt, in dem geprüft wird, ob der aktuelle Zeitpunkt  $t$  größer oder gleich ist dem Zeitpunkt  $t_0$  zuzüglich einer vorgegebenen Verzögerungszeitdauer  $dt$ . Ist die Bedingung des Schrittes S5 nicht erfüllt, so verharret das Programm in dem Schritt S7 für eine vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$ , die kleiner gewählt ist als die Verzögerungszeitdauer  $dt$ . Ist die Bedingung des Schrittes S5 hingegen erfüllt, so wird in einen Schritt S9 verzweigt. Die Verzögerungszeitdauer  $dt$  und die Wartezeitdauer  $T_W$  sind bevorzugt so gewählt, dass der Schritt S9 in einem Zeitpunkt  $t_1$  abgearbeitet wird, der um die vorgegebene Zeitdauer für das Anliegen des zweiten Steuersignals  $CTRL2$  verzögert zu dem Zeitpunkt  $t_0$  liegt. Diese Zeitdauer beträgt beispielsweise 600 ms

In dem Schritt S9 werden erneut mittels des oder des oder der Analog-Digital-Wandler 31 die Digitalwerte  $ADC\_A1$  und  $ADC\_A2$  der Spannungen an dem ersten Ausgang 12 und dem zweiten Ausgang 13 ermittelt. Die zeitliche Abläufe der Schritte S5, S7 und S9 sind so gewählt, dass zum Zeitpunkt der Abarbeitung des Schrittes S9 noch das Steuersignal  $CTRL$  erzeugt wird.

In einem Schritt S11 wird dann aus dem in dem Schritt S9 ermittelten Digitalwerten  $ADC\_A1$  und  $ADC\_A2$ , dem Referenzwiderstand  $R_{\text{ref}}$  und den Werten der Widerstände  $R_{7a}$  und  $R_{7b}$  der Wert des Sensorwiderstands zum Zeitpunkt  $t_1$  ermittelt.

In einem anschließenden Schritt S13 wird der Ölstand  $L\_OIL$  abhängig von den in den Schritten S3 und S11 ermittelten Wer-

ten des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  zu den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$  ermittelt. Dies erfolgt bevorzugt mittels eines Kennfeldes, das vorab durch entsprechende Versuche und Messungen ermittelt wurde. Das Programm wird anschließend in einem Schritt  
5 S15 beendet.

Die Auswerteeinheit 3 umfasst bevorzugt ferner einen Regler, der in Form eines Programms umgesetzt ist. Das Programm ist in der Auswerteeinheit 3 gespeichert und wird für den Betrieb  
10 der Auswerteeinheit 3 geladen und in regelmäßigen Abständen abgearbeitet. Das Programm wird vorzugsweise parallel zu der Abarbeitung der Schritte S1 bis S9 gemäß des Programms von Figur 2 abgearbeitet.

15 In einem Schritt S20 (Figur 3) wird das Programm gestartet und gegebenenfalls Variablen initialisiert. In einem Schritt S22 wird der Digitalwert  $ADC\_A1$  der Spannung an dem ersten Ausgang 12 ermittelt.

20 In einem Schritt S24 wird ein Istwert  $U\_REF\_AV$  der Spannung, die an dem Referenzwiderstand  $R_{ref}$  und dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$  abfällt, abhängig von dem Digitalwert  $ADC\_A1$ , dem maximalen Wert  $ADC\_A1\_MAX$  des Digitalwertes  $ADC\_A1$  der Versorgungsspannung  $VCC$  der Auswerteeinheit 4 und dem umgekehrten  
25 Spannungsteilerverhältnis des Spannungsteilers ermittelt.

In einem Schritt S26 wird ein Sollwert  $U\_REF\_SP$  der Spannung ermittelt, die über dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$  und dem Referenzwiderstand  $R_{ref}$  abfällt.

30

In einem Schritt S28 wird das Steuersignal abhängig von dem ermittelten Sollwert und Istwert des Spannungsabfalls an dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$  und dem Referenzwiderstand  $R_{ref}$  erzeugt. Das Steuersignal  $CTRL$  ist bevorzugt pulsweitenmoduliert, wobei die Pulsweite abhängt von der Differenz des  
35 Sollwertes  $U\_REF\_SP$  und des Istwertes  $U\_REF\_AV$ . Auf diese

Weise kann die Ausgangsspannung an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 sehr präzise geregelt werden.

In einer alternativen Ausführungsform der Steuervorrichtung (Figur 4) ist der Referenzwiderstand  $R_{ref}$  einerseits mit dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 verschaltet und andererseits mit dem ersten Anschluss 18 für den Sensorwiderstand  $R_{sens}$  verschaltet. Der zweite Anschluss 19 für den Sensorwiderstand  $R_{sens}$  ist direkt mit dem Bezugspotential GND verschaltet. Diese Schaltungsanordnung hat gegenüber der gemäß Figur 1 den Vorteil, dass sie aufgrund der Anordnung des Referenzwiderstands  $R_{ref}$  kurzschlussfest ist bei einem Kurzschluss des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  mit dem Bezugspotential GND. Bei dieser Ausführungsform der Steuervorrichtung kann somit gegebenenfalls auf den Widerstand zwischen der Kathode der Zener-Diode D2 und der Basis des dritten Transistors Q3 verzichtet werden.

Figur 5 zeigt Verläufe verschiedener Größen über den Wertebereich des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  für den Fall, dass die Ausgangsspannung an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 6 V beträgt und der Referenzwiderstand einen Wert von 10  $\Omega$  hat. Der bestimmungsgemäße Wertebereich des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  beträgt dabei beispielsweise zwischen 17 und 37  $\Omega$ . Eine Kurve 91 ist der Verlauf des Spannungsabfalls an dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$ . Eine Kurve 92 ist der Strom durch den Sensorwiderstand  $R_{sens}$ . Eine Kurve 93 ist die Verlustleistung in dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$ . Im Vergleich dazu ist eine Kurve 94 aufgetragen, die die Verlustleistung in dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$  darstellt, wenn statt der Spannungsregelung eine Konstant-Stromregelung vorhanden ist. Die Kurve 91 ist skaliert bezogen auf die rechte Ordinate. Die Kurven 92, 93 und 94 sind skaliert bezogen auf die linke Ordinate.

Anhand der Kurve 93 der Verlustleistung in dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$  ist deutlich ersichtlich, dass deren Maximum in dem bestimmungsgemäßen Wertebereich des Sensorwiderstands

$R_{sens}$  liegt und dass der Verlauf der Kurve in diesem Bereich äußerst flach, nahezu waagrecht ist. Die Verlustleistung in dem Sensorwiderstand ist somit in dem bestimmungsgemäßen Wertebereich des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  nahezu konstant. Dadurch wird unabhängig von der Temperatur des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  zum Beginn des Beaufschlagens des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  mit Spannung innerhalb der vorgegebenen Zeitdauer eine annähernd gleiche Wärme in dem Sensorwiderstand  $R_{sens}$  umgesetzt. Damit ist dann die Empfindlichkeit der Ölstandsmessung nahezu unabhängig von deren Starttemperatur.

Bevorzugt ist der Spannungsteiler, der durch die Widerstände  $R_{7a}$  und  $R_{7b}$  gebildet wird, eingangsseitig mit einem Schalter 19a verbunden, der den Spannungsteiler abhängig von seiner Schaltstellung entweder mit dem ersten Anschluss 17 des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  verbindet oder ihn mit der zweiten Spannungsversorgung 5 und somit der Versorgungsspannung VCC der Auswerteeinheit 3 verbindet. Dadurch kann dann durch entsprechendes Erfassen des Digitalwerts  $ADC\_A1$  der Spannung an dem ersten Ausgang 12, wenn der Schalter 19 den Eingang des Spannungsteilers mit der zweiten Spannungsversorgung 5 verbindet, das tatsächliche Spannungsteilerverhältnis der Widerstände  $R_{7a}$  und  $R_{7b}$  ermittelt werden und bei der Ermittlung des Wertes des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  in den Schritten S3 und S11 des Programms gemäß Figur 2 berücksichtigt werden. Dadurch kann die Genauigkeit der Ermittlung des Wertes des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  in den Schritten S3 und S11 weiter erhöht werden.

Ferner kann die Genauigkeit des Ermittelns des Wertes des Sensorwiderstands  $R_{sens}$  auch dadurch noch weiter erhöht werden, dass beim Herstellen der Steuervorrichtung der Referenzwiderstand  $R_{ref}$  individuell vermessen wird und der so ermittelte Wert des Referenzwiderstands  $R_{ref}$  dann in der Auswerteeinheit 3 abgespeichert wird.



Der Sensorwiderstand  $R_{sens}$  ist bevorzugt als Widerstandsdraht ausgebildet, er kann jedoch auch als ein beliebiger anderer Widerstand ausgebildet sein, dem eine präzise einzustellende Leistung zugeführt werden soll. Die Transistoren können auch  
5 Feldeffekt-Transistoren, insbesondere MOS-FET Transistoren sein.

Anhand des oder der Digitalwerte  $ADC\_A1$ ,  $ADC\_A2$  kann durch Plausibilisieren ein Fehler erkannt werden und das Steuersig-  
10 nal CTRL so eingestellt werden, dass an dem Ausgang 17 der Spannungsquelle 15 ein vorgegebenes Potential, bevorzugt das Bezugspotential anliegt.

## Patentansprüche

1. Steuereinheit mit einer Spannungsquelle (15) und einem Referenzwiderstand (Rref), der bestimmungsgemäß in Serie mit  
5 einem Sensorwiderstand (Rsens) verschaltbar ist, dessen Wert abhängt von seiner Temperatur, wobei in dem verschalteten Zustand die Ausgangsspannung der Spannungsquelle (15) an dem Sensorwiderstand (Rsens) und dem Referenzwiderstand (Rref) abfällt, wobei der Referenzwiderstand (Rref) so dimensioniert  
10 ist, dass in dem bestimmungsgemäßen Wertebereich des Sensorwiderstands (Rsens) das Maximum der Verlustleistung des Sensorwiderstands (Rsens) liegt.
2. Steuereinheit nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Spannungsquelle (15) ausgebildet ist zum Verstärken ihrer Eingangsspannung.
3. Steuereinheit nach Anspruch 2,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Spannungsquelle (15) einen Begrenzer für die Ausgangsspannung hat.
4. Steuereinheit nach Anspruch 3,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Begrenzer eine Zener-Diode (D2) ist.
5. Steuereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
30 die Spannungsquelle (15) drei Transistoren (Q1, Q2, Q3) in Emitterschaltung umfasst, wobei der Basisstrom des ersten Transistors (Q1) abhängt von einem Steuersignal (CTRL), mit dem die Steuereinheit (1) beaufschlagbar ist, dass die Basis des zweiten Transistors (Q2) mit dem Kollektor des ersten  
35 Transistors (Q1) verschaltet ist und dass die Basis des dritten Transistors (Q3) mit dem Kollektor des zweiten Transistors (Q2) verschaltet ist.

6. Steuereinheit nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

zwischen dem ersten und zweiten Transistor (Q1, Q2) ein Tief-

5 pass-Filter (16) angeordnet ist.

7. Steuereinheit nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

das Tiefpass-Filter (16) gebildet ist

10 - durch einen Kondensator (C3), der mit den Kollektoren des  
ersten und zweiten Transistors (Q1, Q2) verschaltet ist und  
andererseits mit einer Spannungsversorgung (4) der Spannungs-  
quelle (15) verschaltet ist ,

15 - durch einen Widerstand (R2), der einerseits mit dem Kolle-  
tor des ersten Transistors (Q1) verschaltet ist und anderer-  
seits mit einer Spannungsversorgung (4) der Spannungsquelle  
(15) verschaltet ist, und

20 - durch einen weiteren Widerstand (R1), der einerseits mit  
dem Kollektor des zweiten Transistors (Q2) verschaltet ist  
und andererseits mit der Spannungsversorgung (4) der Span-  
nungsquelle (15) verschaltet ist.

8. Steuereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

25 der Referenzwiderstand (Rref) einerseits mit dem Ausgang (17)  
der Spannungsquelle (15) verschaltet ist und andererseits mit  
dem Sensorwiderstand (Rsens) verschaltbar ist.

9. Steuereinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, die

30 so ausgebildet ist, dass sie an einem ersten Ausgang (12) ei-  
ne den Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand (Rsens) und  
dem Referenzwiderstand (Rref) charakterisierende Größe aus-

gibt und dass sie an einem zweiten Ausgang (13) eine das Po-  
tential zwischen dem Sensorwiderstand (Rsens) und dem Refe-  
35 renzwiderstand (Rref) charakterisierende Größe ausgibt.

10. Steuereinheit nach Anspruch 9, bei der ein Spannungsteiler vorgesehen ist, der eingangsseitig mit dem Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand ( $R_{sens}$ ) und dem Referenzwiderstand ( $R_{ref}$ ) beaufschlagt wird und der ausgangseitig mit dem ersten Ausgang (12) verbunden ist.

11. Steuereinheit nach Anspruch 10, bei der ein Schalter (19) vorgesehen ist, mittels dessen gesteuert wird, ob der Spannungsteiler eingangsseitig mit dem Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand ( $R_{sens}$ ) und dem Referenzwiderstand ( $R_{ref}$ ) beaufschlagt wird oder mit einer Versorgungsspannung ( $VCC$ ) einer Auswerteeinheit (3).

12. Steuervorrichtung mit einer Steuereinheit (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche und einer Auswerteeinheit (3), die zum Erzeugen eines Steuersignals ( $CTRL$ ) ausgebildet ist.

13. Steuervorrichtung nach Anspruch 12, bei der die Auswerteeinheit (3) einen Regler hat, dessen Regelgröße der Spannungsabfall an dem Sensorwiderstand ( $R_{sens}$ ) und dem Referenzwiderstand ( $R_{ref}$ ) ist und dessen Stellsignal das Steuersignal ( $CTRL$ ) ist.

Docket # 2003P13373  
Applic. # \_\_\_\_\_  
Applicant: BOLZ  
Lerner Greenberg Sterner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101